

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Penjadwalan

Penjadwalan adalah pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Dengan demikian masalah *sequencing* senantiasa melibatkan pengerjaan sejumlah komponen yang sering disebut dengan istilah “*job*”. *Jobs* sendiri merupakan komposisi dari sejumlah elemen-elemen dasar yang disebut aktivitas atau operasi. Tiap aktivitas atau operasi ini membutuhkan alokasi sumber daya tertentu selama periode waktu tertentu yang disebut dengan waktu proses (Ginting R, 2009).

Penjadwalan merupakan alat ukur yang baik bagi perencanaan agregat. Pesanan-pesanan aktual pada tahap ini akan ditugaskan pertama kalinya pada sumber daya tertentu (fasilitas, pekerja, dan peralatan), kemudian dilakukan pengurutan kerja pada tiap-tiap pusat pemrosesan sehingga dicapai optimalitas utilisasi kapasitas yang ada. Pada penjadwalan ini, permintaan akan produk-produk tertentu (jenis dan jumlah) dari MPS akan ditugaskan pada pusat-pusat pemrosesan tertentu untuk periode harian.

Pengertian penjadwalan secara umum dapat diartikan seperti : “*scheduling is the allocation of resources overtime to perform collection of risk* “, yang artinya penjadwalan adalah pengalokasian sumber daya yang terbatas untuk mengerjakan sejumlah pekerjaan. Permasalahan muncul apabila pada tahapan operasi tertentu beberapa atau seluruh pekerjaan itu membutuhkan stasiun kerja yang sama. Dengan dilakukannya pengurutan pekerjaan ini unit-unit produksi (*resources*) dapat dimanfaatkan secara optimum. Pemanfaatan ini antara dilakukan dengan jalan meningkatkan utilitas unit-unit produksi melalui usaha-usaha mereduksi waktu menganggur (*idle time*) dari unit-unit yang bersangkutan. Pemanfaatan lainnya dapat juga dilakukan dengan cara meminimumkan *in-process inventory* melalui reduksi terhadap waktu rata-rata pekerjaan yang menunggu (antri) dalam baris antrian pada unit-unit produksi.

Penjadwalan (*scheduling*) menurut Conway adalah pengurutan produk secara menyeluruh yang dikerjakan oleh beberapa buah mesin. Sedangkan menurut Kennet R. Baker, penjadwalan didefinisikan sebagai proses pengalokasian sumber daya untuk memilih sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu.

2.2 Tujuan penjadwalan

Menurut Bedworth dalam bukunya Rosnani Ginting (2009), mengidentifikasi beberapa tujuan dari aktivitas penjadwalan adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan penggunaan sumber daya atau mengurangi waktu tunggu, sehingga total waktu proses dapat berkurang dan produktivitas dapat meningkat.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi (*work-in-process inventory*) atau mengurangi sejumlah pekerjaan yang menunggu dalam antrian ketika sumber daya yang ada masih mengerjakan tugas yang lain. Teori Baker mengatakan jika aliran kerja suatu jadwal konstan, maka antrian yang mengurangi rata-rata waktu alir akan mengurangi rata-rata persediaan barang setengah jadi.
3. Mengurangi beberapa keterlambatan pada pekerjaan yang mempunyai batas waktu penyelesaian sehingga meminimasi biaya kelambatan.
4. Membantu pengambilan keputusan mengenai perencanaan kapasitas pabrik dan jenis kapasitas yang dibutuhkan sehingga penambahan biaya yang mahal dapat dihindarkan.

2.3 Model Penjadwalan

Proses penjadwalan timbul jika terdapat keterbatasan sumber daya yang dimiliki sehingga diperlukan adanya pengaturan sumber-sumber daya tersebut secara efisien. Berbagai model penjadwalan telah dikembangkan untuk mengatasi persoalan penjadwalan tersebut.

Menurut Baker (1974), model penjadwalan dapat dibedakan menjadi empat jenis keadaan, yaitu :

1. Mesin yang digunakan:
 - a. Mesin tunggal
 - b. Mesin majemuk
2. Berdasarkan pola aliran proses, penjadwalan dibedakan menjadi:
 - a. Penjadwalan *flowshop*, pada pola ini dijumpai pola aliran proses dari mesin satu ke mesin lainnya dalam urutan tertentu. Jika semua pekerjaan mengalir pada lini produksi dengan melewati mesin yang sama disebut *pure flowshop*. Jika pekerjaan yang datang ke *shop* tidak harus dikerjakan pada semua mesin maka disebut *generalflowshop*.
 - b. Penjadwalan *jobshop*, dalam pola ini setiap pekerjaan mempunyai pola aliran proses pada tiap mesin yang spesifik dan sangat mungkin berbeda untuk setiap pekerjaan. Akibat aliran proses yang tidak searah ini, maka setiap pekerjaan yang akan diproses pada satu mesin dapat merupakan pekerjaan baru atau pekerjaan yang sudah dikerjakan (*work in process*).
3. Berdasarkan kedatangan pekerjaan, penjadwalan dibedakan menjadi:
 - a. Penjadwalan statis, dimana pekerjaan dianggap telah datang secara bersamaan dan siap dikerjakan pada mesin.
 - b. Penjadwalan dinamis, dimana kedatangan pekerjaan tidak menentu.
4. Berdasarkan sifat informasi yang diterima, penjadwalan produksi dapat diklasifikasikan menjadi :
 - a. Model penjadwalan stokastik, jika mengandung unsur ketidakpastiandalam beberapa aspek, yaitu:
 - Karakteristik pekerjaan dari segi kedatangan, jumlah pekerjaan, batas saat penyelesaian (*duedate*) dan perbedaan kepentingan antar pekerjaan.
 - Karakteristik pekerjaan dari segi banyaknya operasi, susunan mesin dan waktu proses.
 - Karakteristik mesin dari segi jumlah dan kapasitas mesin, kemampuan dan kecocokan tiap mesin dengan pekerjaan yang diberikan.

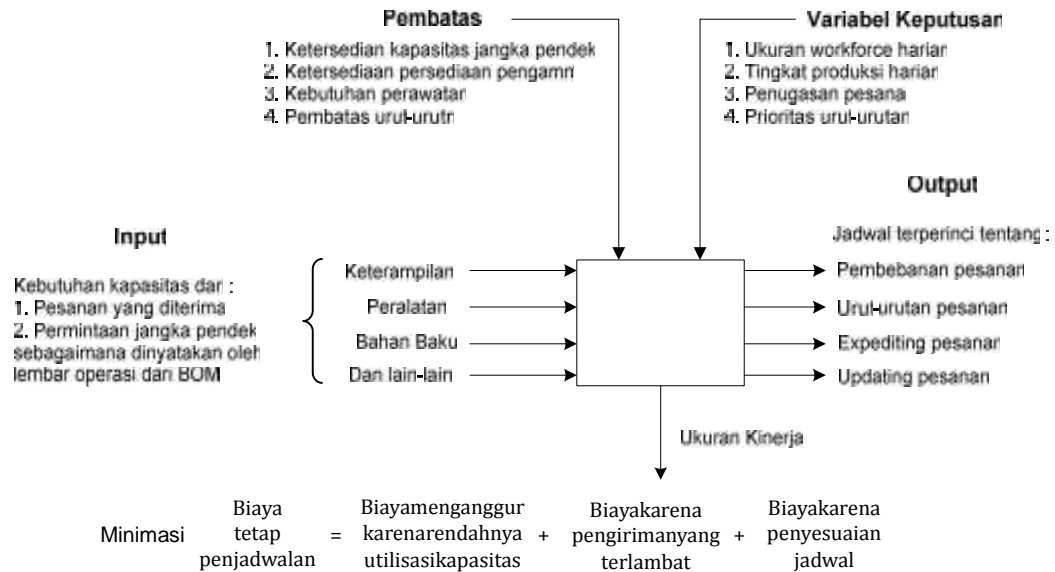
b. Penjadwalan deterministik, dimana informasi yang diperoleh sudah pasti, ada tiga parameter dasar pada proses penjadwalan produksi deterministik, yaitu:

- *Processing time* atau waktu proses, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk memberikan nilai tambah pada order.
 - *Ready time* atau saat siap, yaitu saat paling awal order dapat diproses oleh mesin.
 - *Due date* atau saat kirim, yaitu saat kirim order kepada konsumen.
- Berdasarkan modelnya penjadwalan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yakni penjadwalan *job* dan penjadwalan *batch*. Kedua model penjadwalan tersebut pada dasarnya memiliki prinsip yang sama. Permasalahan penjadwalan *job* hanya memecahkan *sequencing* saja karena ukuran *job* telah diketahui. Sedangkan pada permasalahan penjadwalan *batch* permasalahan utama adalah menentukan ukuran *batch* dan menentukan *sequencing* secara simultan.

2.4 Input dan Output Penjadwalan

2.4.1 Input Penjadwalan

Pekerjaan-pekerjaan yang merupakan alokasi kapasitas untuk order-order, penugasan prioritas *job*, dan pengendalian jadwal produksi membutuhkan informasi terperinci, dimana informasi-informasi tersebut akan menyatakan input dari sistem penjadwalan. Kita harus menentukan kebutuhan-kebutuhan kapasitas dari order-order yang dijadwalkan dalam hal jumlah dan macam sumber daya yang digunakan. Untuk produk-produk tertentu, informasi ini bisa diperoleh dari lembar kerja operasi dan *bill of material* (BOM). Kualitas dari keputusan-keputusan penjadwalan sangat dipengaruhi oleh ketetapan estimasi input-input tersebut. Oleh karena itu, pemeliharaan catatan terbaru tentang status tenaga kerja dan peralatan yang tersedia, dan perubahan kebutuhan kapasitas yang diakibatkan perubahan desain produk/proses menjadi sangat penting.



Gambar 2.1 Elemen-elemenSistem Penjadwalan (Ginting R, 2009)

2.4.2 Output Penjadwalan

Untuk memastikan bahwa suatu aliran kerja yang lancar akan melalui tahapan produksi, maka sistem penjadwalan harus membentuk aktivitas-aktivitas output sebagai berikut (Ginting R, 2007) :

1. Pembebanan (*loading*)

Pembebanan melibatkan penyesuaian kebutuhan kapasitas untuk order-order yang diterima/diperkirakan dengan kapasitas yang tersedia. Pembebanan dilakukan dengan menugaskan order-order fasilitas-fasilitas, operator-operator, dan peralatan tertentu.

2. Pengurutan (*sequencing*)

Pengurutan merupakan penugasan tentang order-order mana yang diprioritaskan untuk diproses dahulu bila suatu fasilitas harus memproses banyak *job*.

3. Prioritas *Job* (*dispatching*)

Dispatching merupakan prioritas kerja tentang job-job mana yang diseleksi dan diprioritaskan untuk diproses.

4. *UpdatingSchedules*

Pelaksanaan jadwal biasanya selalu ada masalah baru yang berbeda dari saat pembuatan jadwal, maka jadwal harus segera di-update bila ada permasalahan

baru yang memang perlu diakomodasi.

5. Pengendalian kinerja penjadwalan

Pengendalian kinerja penjadwalan dilakukan dengan :

- a. Meninjau kembali status order-order pada saat melalui sistem tertentu.
- b. Mengatur kembali urutan-urutan, misalnya *expediting order-order* yang jauh dibelakang atau mempunyai prioritas utama.

6. *Up-dating* Jadwal

Up-dating jadwal dilakukan sebagai refleksi kondisi operasi yang terjadi dengan merevisi prioritas-prioritas.

2.5 Beberapa Definisi Dalam Penjadwalan

Sebelum membahas teori yang berkenaan dengan penjadwalan yang akan dikerjakan pada mesin-mesin yang ada dalam sistem produksi, terlebih dahulu diberikan pengertian dari beberapa definisi yang digunakan dalam penjadwalan (Ginting R, 2009) :

1. *Processing time* (t_i)

Adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan. Dalam waktu proses ini sudah termasuk waktu yang dibutuhkan untuk persiapan dan pengaturan (*set-up*) selama proses berlangsung.

- *Processing time*, taksiran peramalan tentang berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu tugas. Taksiran meliputi *setup time* yang mungkin dibutuhkan, yang diasumsikan bebas. Pada permasalahan ini, *processing time* untuk tugas i dinyatakan dengan t_i .

2. *Due date* (d_i)

Adalah batas waktu dimana operasi terakhir dari suatu pekerjaan harus selesai.

- *Due date*, batas waktu yang ditentukan untuk tugas yang telah lewat, yang akan dinyatakan dengan terlambat. Diasumsikan bahwa akan diberikan denda bila terlambat. *Due date* dinyatakan dengan d_i .
3. *Slack time* (SL_i)
- Adalah waktu tersisa yang muncul akibat dari waktu prosesnya lebih kecil dari *due date* nya.
- $$SL_i = d_i - t_i$$
- *Slack*, ukuran perbedaan antara waktu sisa dari batas waktu tugas dengan waktu prosesnya (*processing time*). *Slack* dinyatakan dengan SL_i : $SL_i = d_i - t_i$.
4. *Flow time* (F_i)
- Flow time*, rentang waktu antara satu titik dimana tugas tersedia untuk diproses dengan suatu titik ketika tugas tersebut selesai. Jadi, *flow time* sama dengan *processing time* dijumlahkan dengan waktu ketika tugas menunggu sebelum diproses. *Flow time* dinyatakan dengan F_i .
5. *Completion time* (C_i)
- Adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan mulai dari saat tersedianya pekerjaan ($t=0$) sampai pada pekerjaan tersebut selesai dikerjakan.
- *Completion time*, rentang antara awal dari tugas pada pekerjaan pertama, dimana waktu mengacu pada $t = 0$, dengan waktu ketika tugas selesai. Simbol dinyatakan dengan C_i .
6. *Lateness* (L_i)
- Adalah selisih antara *completion time* (C_i) dengan *due date* nya (d_i). Suatu pekerjaan memiliki *lateness* yang bernilai positif apabila pekerjaan tersebut diselesaikan setelah *due date* nya, Pekerjaan tersebut akan memiliki keterlambatan yang negatif. Sebaliknya jika pekerjaan diselesaikan setelah batas waktunya, pekerjaan tersebut memiliki keterlambatan yang positif.
7. *Tardiness* (T_i)
- Adalah ukuran waktu terlambat yang bernilai positif jika suatu pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat dari *due date* nya, pekerjaan tersebut akan

memiliki keterlambatan yang negatif. Sebaliknya jika pekerjaan diselesaikan setelah batas waktunya, pekerjaan tersebut memiliki keterlambatan positif.

- *Tardiness*, ukuran dari *Lateness* positif. Jika tugasnya selesai cepat, maka akan memiliki *lateness* negatif tanpa *tardiness* = 0. Jika tugas memiliki *lateness* positif, maka akan memiliki *tardiness* positif juga. *Tardiness* dinyatakan dengan T_i , dimana T_i adalah maksimum dari $\{0, L_i\}$.

8. *Maskepan*(M)

Adalah total waktu penyelesaian pekerjaan-pekerjaan mulai dari urutan pertama yang dikerjakan pada mesin atau *work center* pertama sampai kepada urutan pekerjaan terakhir pada mesin atau *work center* terakhir.

9. *Heuristic*

Prosedur penyelesaian suatu masalah atau aturan ibu jari (*rule of thumb*) yang ditunjukkan untuk memproduksi hasil yang baik tetapi tidak menjamin hasil yang optimal.

2.6 Kriteria Dalam Penjadwalan

Di dalam pengambilan keputusan tentang penjadwalan banyak kriteria yang ditampilkan sebagai evaluasi dari penjadwalan sejumlah job yang diproses di dalam sejumlah mesin yang merupakan fungsi dari sekumpulan waktu penyelesaian (Ginting R, 2009).

Misalnya ada banyak n job yang akan dijadwalkan, maka kriteria penjadwalan dapat berupa :

1. Minimasi waktu penyelesaian rata-rata (*mean flow time*)

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n F_j \text{ dimana } F_j = t_j + W_j$$

2. Minimasi *mean lateness*

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n L_j$$

3. Minimasi *mean tardiness*

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j \text{ dimana } T_j = \max(0, L_j)$$

4. Maksimasi *tardiness*

$$T_{\max} = 1 \leq j \leq n^{(FJ)}$$

5. Maksimum keseluruhan waktu penyelesaian job yang ada (*maximum flow time*)

$$F_{\max} = 1 \leq j \leq n^{(FJ)}$$

6. Minimasi jumlah job yang terlambat (*number of tardy job*)

$$N_t = \sum_{j=1}^n \partial(T_j)$$

di mana

$$\partial(T_j) = 1 \text{ jika } T_j > 0$$

$$\partial(T_j) = 0 \text{ jika } T_j \leq 0$$

7. Maksimasi utilitas rata-rata mesin (U)

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n U_m}{m} \text{ dimana } U_m = \frac{\sum_{j=1}^n t_j}{F_{\max}}$$

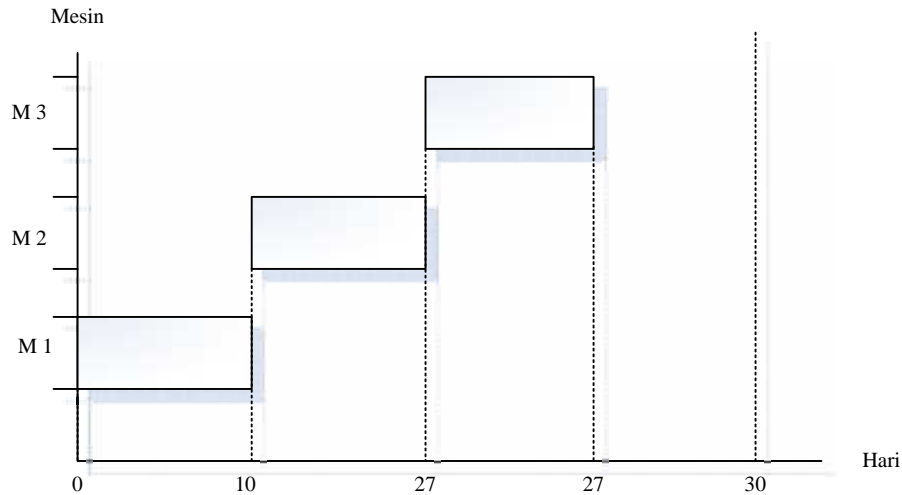
2.7 Metode Penjadwalan

Penjadwalan mencakup penugasan batas waktu pada pekerjaan tertentu, tetapi banyak pekerjaan bersaing secara bersamaan dengan menggunakan sumber daya yang sama. Untuk membantu mengatasi berbagai kesulitan dalam penjadwalan, teknik penjadwalan dapat digolongkan sebagai (1) penjadwalan maju (*forward*) dan (2) penjadwalan mundur (*backward*) (Heizer, 2010).

2.7.1 Metode *Forward*

Menjadwalkan proses kerja dalam setiap sumber daya mulai sejak awal produksi dimulai (saat $t=0$) sampai dapat diselesaikan keseluruhan produk yang direncanakan. Tujuan dari metode ini adalah menjadwalkan produksi apabila titik waktu mulainya telah ditentukan sebelumnya dan tidak diberikan batas waktu harus diselesaikannya keseluruhan produk yang direncanakan tersebut.

Keuntungan metode ini bahwa dalam menjadwalkan dapat disusun secara SPT (*sortest processing time*) sehingga didapatkan suatu penjadwalan produksi dengan *flow time* yang minimum. Sedangkan kelemahannya adalah adanya kemungkinan untuk melewati batas waktu (*due date*) yang diterapkan konsumen.



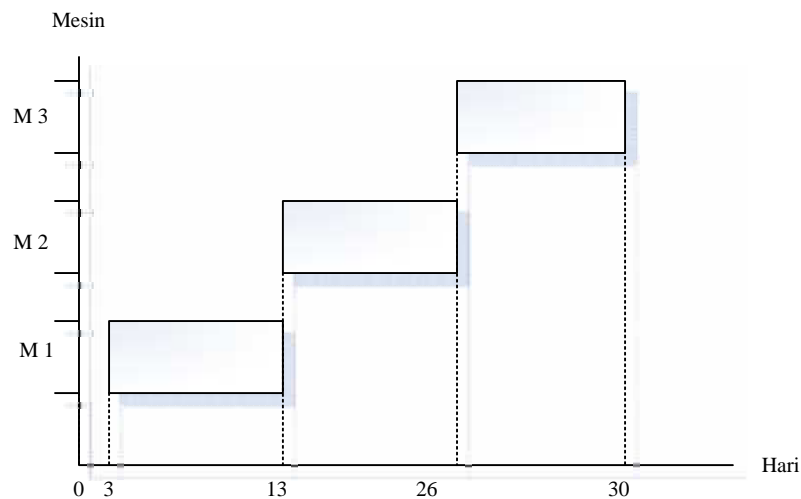
Gambar 2.2 *Gantt Chart Untuk Forward* Pada 1 Jenis Produk

2.7.2 Metode *Backward*

Metode ini menjadwalkan produksi dimulai dari batas akhir diselesaikannya keseluruhan produk (*due date*) kemudian mundur terus kebelakang sampai didapatkan waktu dimulainya produksi (didapatkan $t=0$).

Kelebihan dari metode ini adalah hasil penjadwalan dengan metode ini tidak akan terlambat, karena dijadwalkan mundur atau dengan kata lain bahwa *due date* selalu dapat terpenuhi.

Kelemahannya metode ini adalah penjadwalan tidak dapat mendeteksi adanya sumber daya yang menganggur sehingga utilitas sumber daya yang ada tidak dapat maksimum.



Gambar 2.3 Gantt Chart Untuk Backward Pada 1 Jenis Produk

Tabel 2.1 Perbedaan *forward* dan *backward scheduling* pada satu jenis produk

Perihal	Forward Scheduling	Backward Scheduling
1. <i>Inventory cost</i> untuk produk jadi	Ada kemungkinan selesai sebelum <i>due date</i> sehingga diperlukan onkos penyimpanan.	Produk selesai pada saat <i>due date</i> sehingga <i>inventory cost</i> untuk produk jadi = 0.
2. Resiko keterlambatan bahan	Karena titik awal ditentukan lebih dahulu, maka resiko 0 keterlambatan ($C_s > d$) ada. Dan ini menimbulkan ongkos : 1. <i>Penalty cost</i> 2. Kepercayaan pelanggan (komitmen)	Tidak ada resiko keterlambatan karena titik awal ditentukan kemudian (dengan asumsi titik awalnya tak terbatas).
3. Ketersediaan <i>lead time</i> pemesanan	<i>Lead time</i> pemesanan bisa disesuaikan sehingga awal produksi sesuai dengan <i>lead time</i> yang ada.	<i>Lead time</i> maksimum muncul setelah proses <i>scheduling</i> selesai. Ada kemungkinan terdapat waktu menganggur, efisiensi mesin menurun dan utilitas menurun juga.

(Sumber : Ginting R, 2009)

2.8 Jenis-jenis Penjadwalan Berdasarkan Sistem Produksi

2.8.1 Penjadwalan *Flow Shop*

Penjadwalan *flow shop* (Baker, 1974), merupakan suatu pergerakan unit-unit yang terus-menerus melalui suatu rangkaian stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk. Susunan suatu proses produksi jenis *flow shop* dapat diterapkan dengan tepat untuk produk-produk dengan disain yang stabil dan diproduksi secara banyak (volume produk), sehingga investasi dengan tujuan khusus (*special purpose*) yang dapat secepatnya kembali.

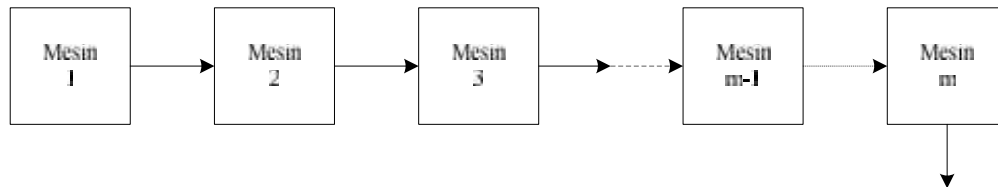
Suatu masalah kritis dalam *flow shop* adalah pengelompokkan tugas-tugas yang dibutuhkan dalam stasiun kerja, sehingga dicapai suatu kondisi yang memenuhi pembatas-pembatas urutan dan terjadi keseimbangan pada tingkat output produksi. Jika tingkat output bervariasi untuk masing-masing stasiun kerja, maka hal ini berarti bahwa lintasan akan menghasilkan aliran yang tidak teratur dan rendahnya utilisasi kapasitas yang disebabkan turunnya kecepatan aliran pada stasiun- stasiun penyebab *bottleneck*. *Flow shop* pengerjaan unit-unit yang terus-menerus melalui suatu rangkaian. Stasiun-stasiun kerja yang disusun berdasarkan produk.

Susunan suatu proses produksi jenis *flowshop* dapat diterapkan dengan dapat untuk produk-produk dengandisain yang stabil dan diproduksi secara banyak volume, sehingga investasi dengan tujuan khusus (*special purpose*) yang dapat secepatnya kembali.

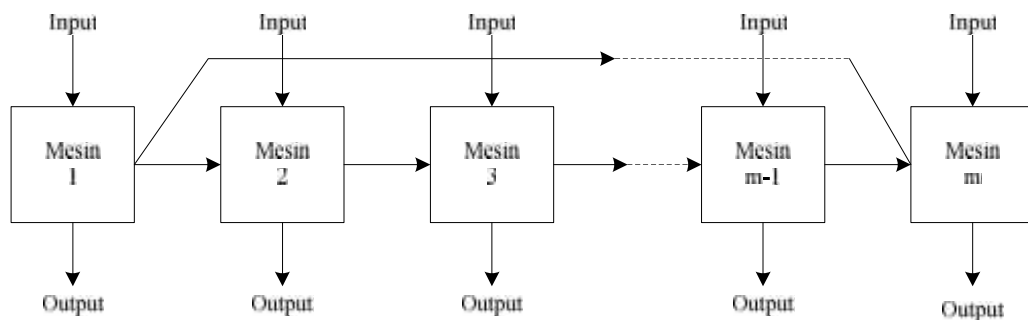
Masalah yang kritis pada *flow shop*:

1. Pengelompokkan tugas-tugas yang dibutuhkan dalam stasiun kerja sehingga dicapai kesetimbangan pada tingkat output dan memenuhi pembatasan urutan.
2. Ketegangan yang diakibatkan susunan aliran lini terhadap pekerja. Pekerja akan bosan karena terbatasnya variasi kerja pada tiap stasiun dan panjang rentang pengendalian sepanjang lintasannya.
3. Prioritas order pada *flow shop* dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan.

Penjadwalan pola *flow shop* dijumpai pola aliran proses dari mesin satu ke mesin lainnya dalam urutan tertentu. Jika semua pekerjaan mengalir pada semua lini produksi dengan melewati mesin yang sama disebut *pure flow shop*. Jika pekerjaan yang datang ke *shop* tidak harus dikerjakan pada semua mesin maka disebut *general flow shop*.



Gambar 2.4 Pola Aliran *Pure Flow Shop*(Baker,1974)



Gambar 2.5 Pola Aliran *General Flow Shop* (Baker,1974)

2.8.2 Penjadwalan *Job Shop*

Penjadwalan pada proses produksi tipe *job shop* lebih sulit dibandingkan penjadwalan *flow shop*. Hal ini disebabkan oleh tiga alasan, yaitu :

1. *Job shop* menangani variasi produk yang sangat banyak, dengan pola aliran yang berbeda-beda melalui pusat-pusat kerja.
2. Peralatan pada *job shop* digunakan bersama-sama oleh bermacam-macam order pada prosesnya, sedangkan peralatan pada *flow shop* digunakan khusus untuk satu jenis produk.
3. Job-job yang berbeda mungkin ditentukan oleh prioritas berbeda pula. Hal ini mengakibatkan produk tertentu yang dipilih harus diproses seketika pada

saat order tersebut ditugaskan pada suatu pusat kerja. Sedangkan pada *flow shop* tidak terjadi permasalahan seperti tersebut karena keseragaman output yang diproduksi untuk persediaan. Prioritas order pada *flow shop* dipengaruhi terutama pada pengirimannya dibandingkan tanggal pemrosesan.

Faktor-faktor tersebut menghasilkan sangat banyak kemungkinan kombinasi dari pembebanan (*loading*) dan urutan-urutan (*sequencing*). Perhitungan dan identifikasi dan evaluasi jadwal-jadwal yang mungkin menjadi sulit sehingga banyak diperhatikan diarahkan pada riset penjadwalan *job shop*. Selain itu, persiapan suatu penjadwalan *job shop*, penyesuaian dan pembaharuan membutuhkan investasi yang besar untuk fasilitas komputer.

Adapun masalah *jobshop* tersebut sebagai berikut :

1. *Job shop loading* artinya memutuskan pusat-pusat kerja yang mana suatu *job* harus ditugaskan. Menggunakan *GanttChart* dan metode penugasan.
2. *Job sequencing* artinya kita harus menentukan bagaimana urutan proses dari bermacam-macam *job* harus ditugaskan pada mesin-mesin tertentu atau pusat kerja tertentu.

2.8.3 Penjadwalan *Batch*

Banyak dari pabrik dari jenis MTS memproduksi produk-produk yang berbeda pada fasilitas-fasilitas yang umum. Keputusan-keputusan yang dihadapi manajer produksi dalam sistem produksi *batch* adalah “berapa” jumlah produksi dalam setiap *batch*-nya berikut urutan-urutannya, atau perintah mengenai produk-produk mana saja yang harus dibuat secara *batch*.

Kuantitas dari *batch* (biasa ditentukan berdasarkan panjang waktu yang dibutuhkan untuk setiap *production run*) dan frekuensi produksi akan mempengaruhi tingkat persediaan dan biaya *setup* yang lebih panjang, maka dibutuhkan persediaan lebih banyak tetapi dengan *setup* yang lebih sedikit. Kuantitas *batch* yang optimal dapat dihitung menggunakan model EPQ. Meskipun demikian beberapa produk menggunakan fasilitas umum secara bersama-sama, maka kita perlu memodifikasi ukuran *batch*. Modifikasi urutan *batch* ini

dikarenakan urutan produk juga harus dipertimbangkan. Urutan produk juga akan mempengaruhi biaya.

Kuantitas *batch* yang optimal dihitung dengan model *Economic Order Quantity*.

Teknik penjadwalan dengan rumus *Run Out Time* (R)

$$R = \frac{\text{Tingkat persediaan}}{\text{kecepatan permintaan}}$$

Run Out Time (R) = Panjang waktu dari suatu persediaan akan tersedia untuk memenuhi permintaan (NB: R diurut dari yang kecil ke yang besar).

Permasalahan penjadwalan *batch* mempunyai karakteristik yang berbeda dengan penjadwalan *job*, yaitu pengerjaan setiap *job* dapat dilakukan dalam beberapa bagian, yang didefinisikan sebagai *batch*. Akibatnya jumlah *job* dan waktu pengerjaan *job* berubah mengikuti langkah pembagian *job* menjadi *batch*. Ini artinya persoalan penjadwalan menjadi lebih kompleks, yaitu mencari jumlah pembagian *job* menjadi *batch*, ukuran setiap *batch*, dan mencari urutan pengerjaan dari *batch* yang dihasilkan. Perbedaan karakteristik yang mendasar ini menyebabkan aturan penjadwalan *job* tidak dapat digunakan langsung untuk persoalan penjadwalan *batch* (Sukoyo dkk, 2010).

2.9 Pengurutan Pekerjaan

Penjadwalan memberikan dasar untuk membebaskan pekerjaan pada pusat kerja. Pembebanan adalah sebuah teknik pengendalian kapasitas yang menyoroti masalah pemberian beban yang terlalu berat dan ringan. Pengurutan (*sequencing* – disebut pembagian tugas atau *dispatching*) menentukan urutan pekerjaan yang harus dilakukan pada setiap pusat kerja (Heizer, 2010).

2.9.1 Aturan Prioritas

Aturan prioritas (*priority rule*) memberikan panduan untuk mengurutkan pekerjaan yang harus dilakukan. Aturan ini terutama diterapkan untuk fasilitas

yang berfokus pada proses, seperti klinik, percetakan, dan bengkel kerja. Aturan prioritas mencoba untuk meminimalkan waktu penyelesaian, jumlah pekerjaan dalam sistem, dan keterlambatan pekerjaan seraya memaksimalkan penggunaan fasilitas.

Berikut aturan prioritas yang paling populer (Heizer, 2010) :

1. FCFS (*first come, first served*)
Yang pertama datang, yang pertama dilayani. Pekerjaan pertama yang datang disebuah pusat kerja diproses terlebih dahulu.
2. SPT (*shortest processing time*)
Waktu pemrosesan terpendek, pekerjaan yang memiliki waktu pemrosesan terpendek ditangani dan diselesaikan terlebih dahulu.
3. EDD (*earliest due date*)
Batas waktu paling awal, pekerjaan dengan batas waktu yang paling awal dikerjakan terlebih dahulu.
4. LPT (*longest processing time*)
Waktu pemrosesan terpanjang, pekerjaan yang memiliki waktu pemrosesan lebih panjang, lebih besar biasanya sangat penting dan diutamakan terlebih dahulu.

2.9.2 Rasio Kritis

Jenis aturan pengurutan yang lain adalah rasio kritis. Rasio kritis (*critical ratio* – CR) merupakan sebuah angka indeks yang dihitung dengan membagi waktu yang tersisa hingga batas waktu pekerjaan dengan waktu pekerjaan yang tersisa. Berlawanan dengan aturan prioritas, rasio kritis sangat dinamis dan mudah diperbaharui. Rasio kritis cenderung memiliki kinerja yang lebih baik dari pada FCFS, SPT, EDD atau LPT pada criteria keterlambatan pekerjaan rata-rata.

Rasio kritis memberikan prioritas pada pekerjaan yang harus dilakukan agar tetap menepati jadwal. Sebuah pekerjaan dengan rasio kritis yang rendah (kuarang dari 1,0) berarti terlambat dari jadwal. Jika CR tepat 1,0 berarti pekerjaan sesuai dengan jadwal. CR yang lebih besardari 1,0 berarti pekerjaan mendahului jadwal dan punya waktu luang.

Rumus rasio kritis adalah :

$$CR = \frac{\text{Waktu yang tersisa}}{\text{Hari kerja yang tersisa}} = \frac{\text{Batas waktu pekerjaan-tanggal sekarang}}{\text{Waktu pekerjaan yang tersisa}}$$

2.10 Algoritma Penjadwalan Anik Septiani

Langkah-langkah algoritma penjadwalan adalah sebagai berikut:

Langkah 0 : Ambil data jadwal produksi sebelumnya dan data order baru: jenis material item produk j pada order i (g_{ji}), jumlah *demand* (D), due date order (d_i), saat kedatangan order ke- i (A_i).

Langkah 1 : Periksa output sebelumnya:

- Jika saat selesai order lama \leq saat mulai order baru, maka hapus order lama, jadwalkan order baru dan lanjutkan ke langkah 3.
- Jika saat kedatangan order terakhir diantara saat mulai dan saat selesai order awal lanjutkan ke langkah 2.

Langkah 2 : Jadwalkan order dengan sub algoritma penjadwalan ulang dan selesai.

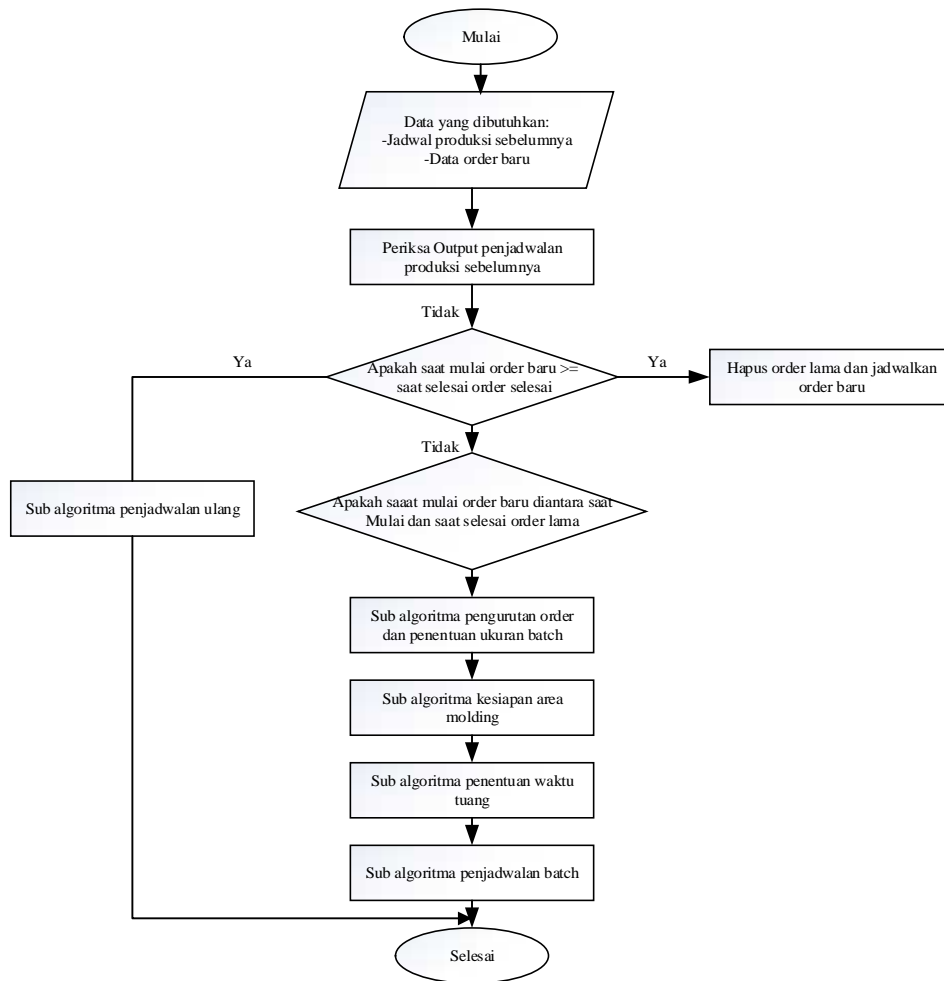
Langkah 3 : Urutkan order dan pecah order menjadi batch dengan sub algoritma pengurutan order dan penentuan ukuran batch.

Langkah 4 : Jadwalkan batch pada area molding untuk proses alokasi cetakan dengan sub algoritma kesiapan area molding.

Langkah 5 : Jadwalkan batch untuk mengidentifikasi waktu tuang agar tidak drop dengan sub algoritma penentuan waktu tuang.

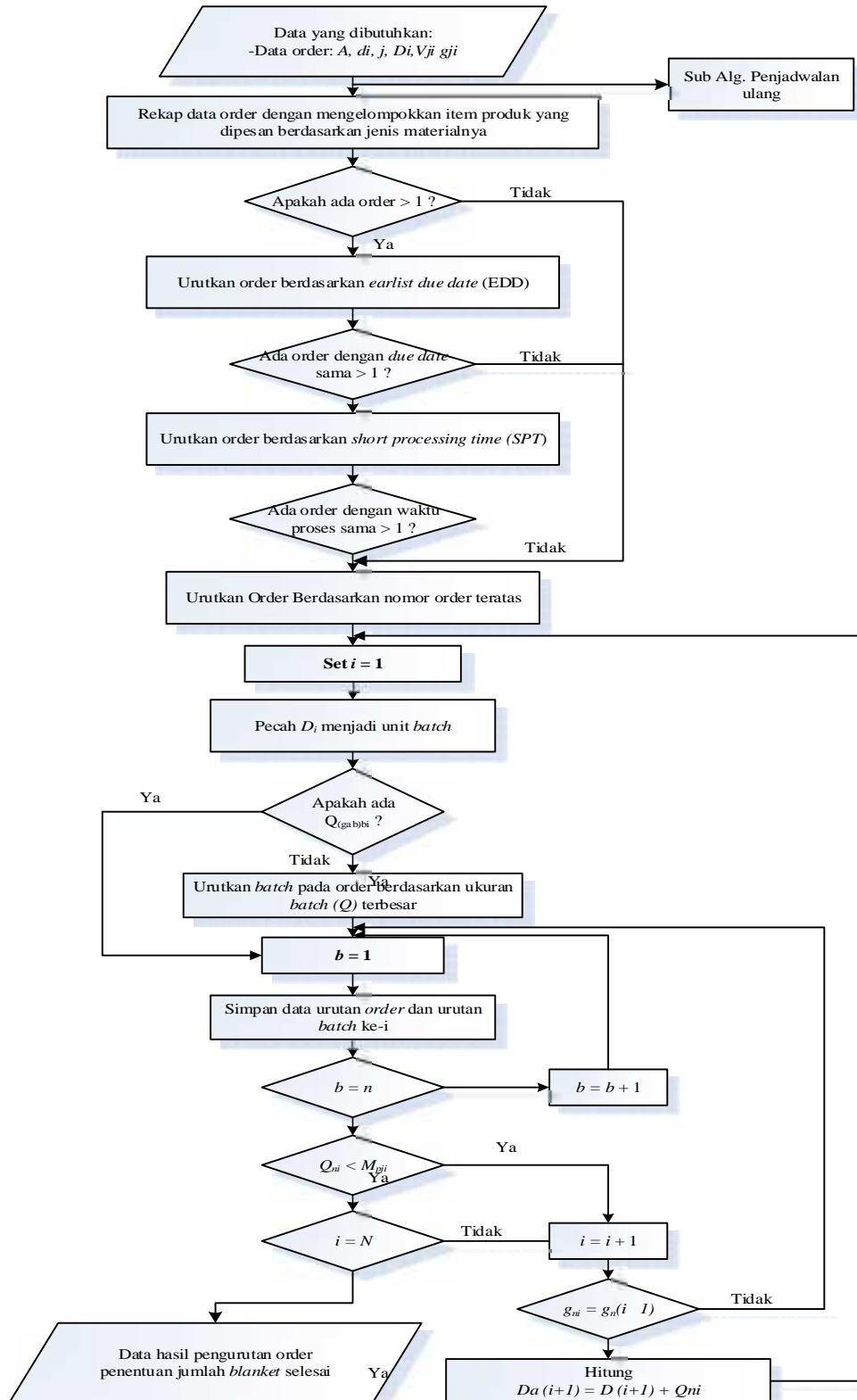
Langkah 6 : Distribusikan batch pada masing-masing stasiun kerja dengan sub algoritma penjadwalan batch dan proses selesai.

Adapun diagram alur algoritma penjadwalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.



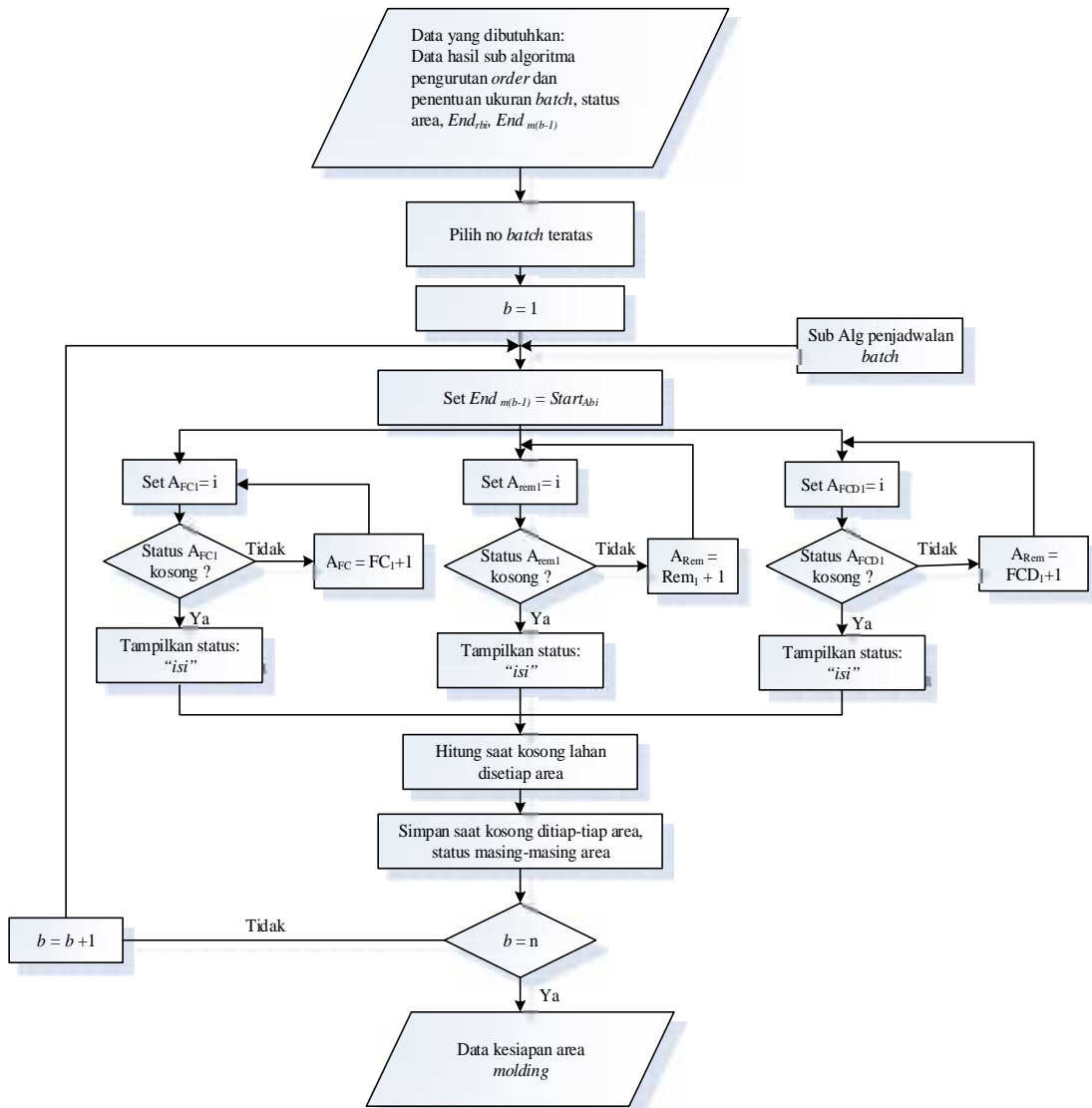
Gambar 2.6 Diagram Alur Algoritma Penjadwalan Produksi

2.10.1 Sub Algoritma Pengurutan *Order* dan penentuan Ukuran *Batch*



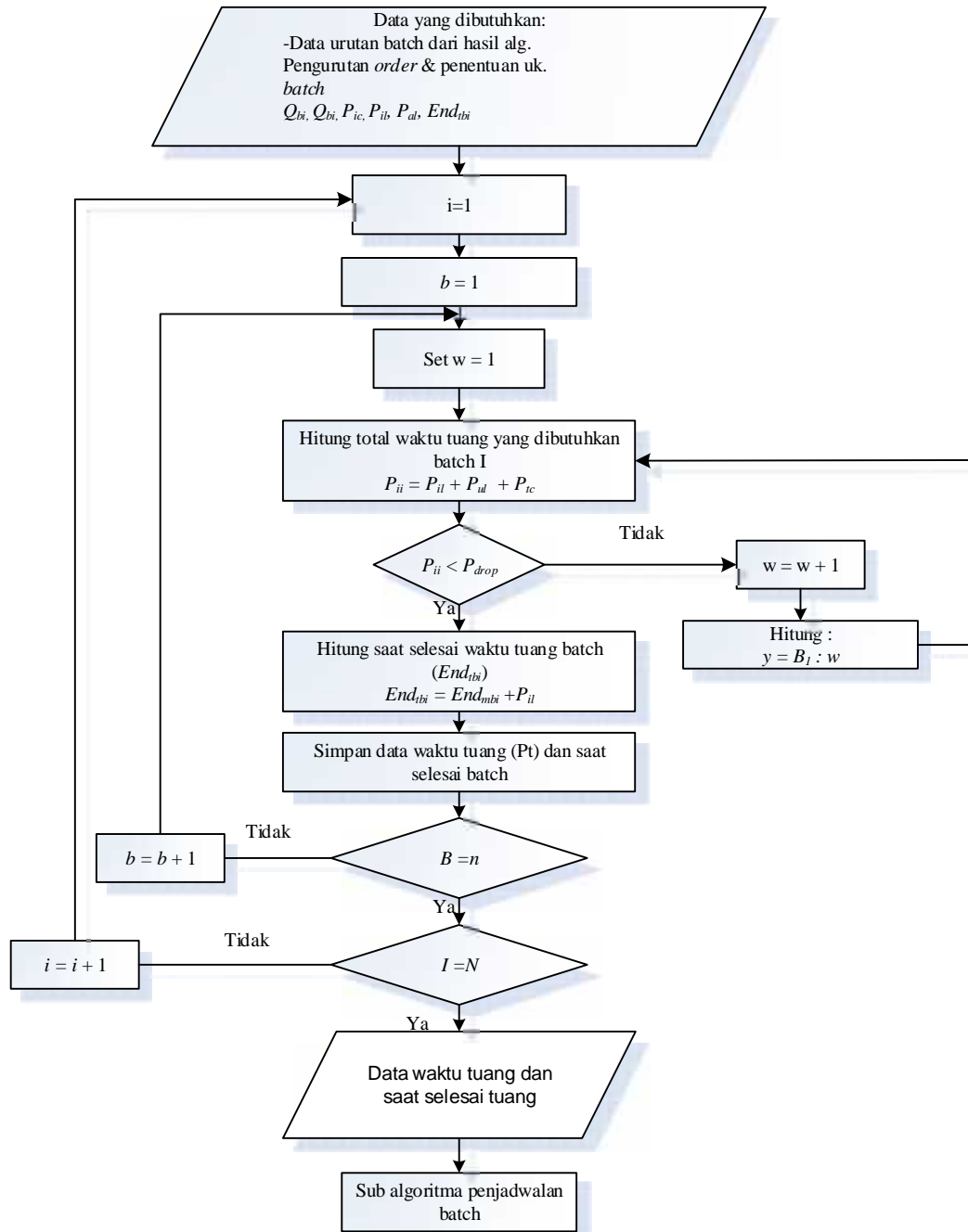
Gambar 2.7 Diagram Alur Sub Algoritma Pengurutan *Order* dan Penentuan Jumlah Ukuran *Batch*

2.10.2 Sub Algoritma Kesiapan Area Molding



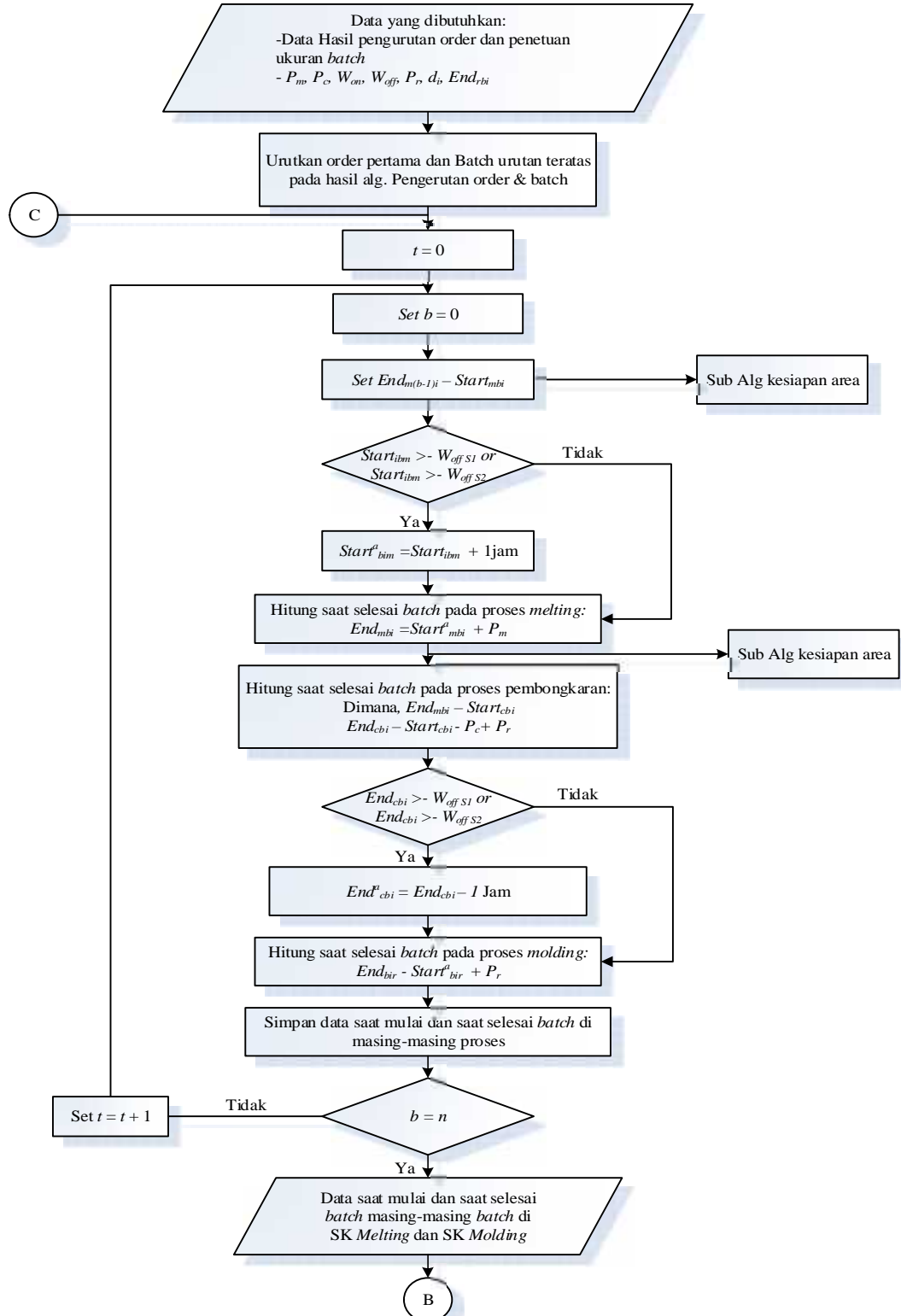
Gambar 2.8 Diagram Alur Sub Algoritma Kesiapan Area *Molding*

2.10.3 Algoritma Penentuan Waktu Tuang

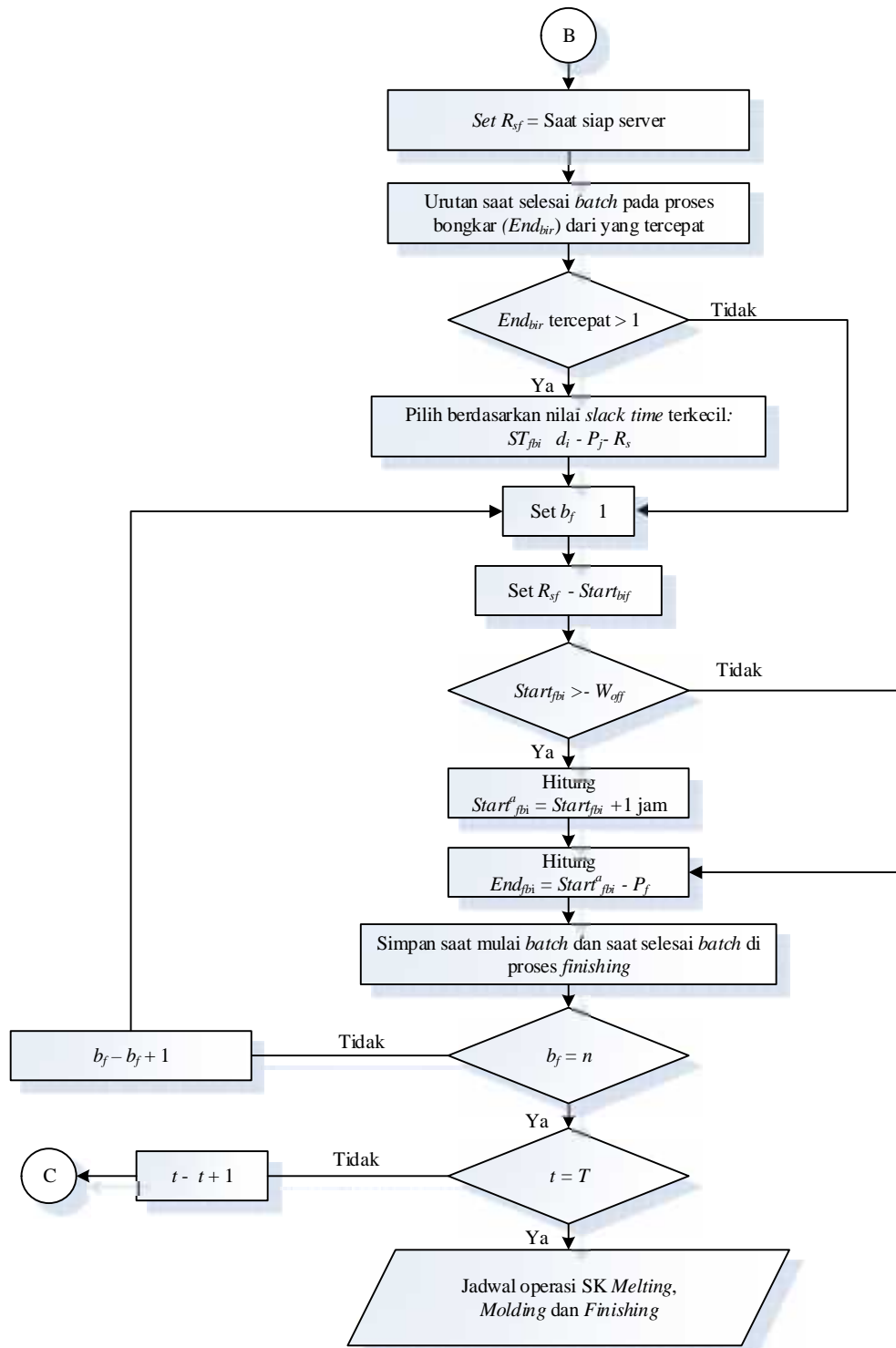


Gambar 2.9 Diagram Alur Sub Algoritma Penentuan Waktu Proses Penuangan

2.10.4 Sub Algoritma Penjadwalan *Batch*

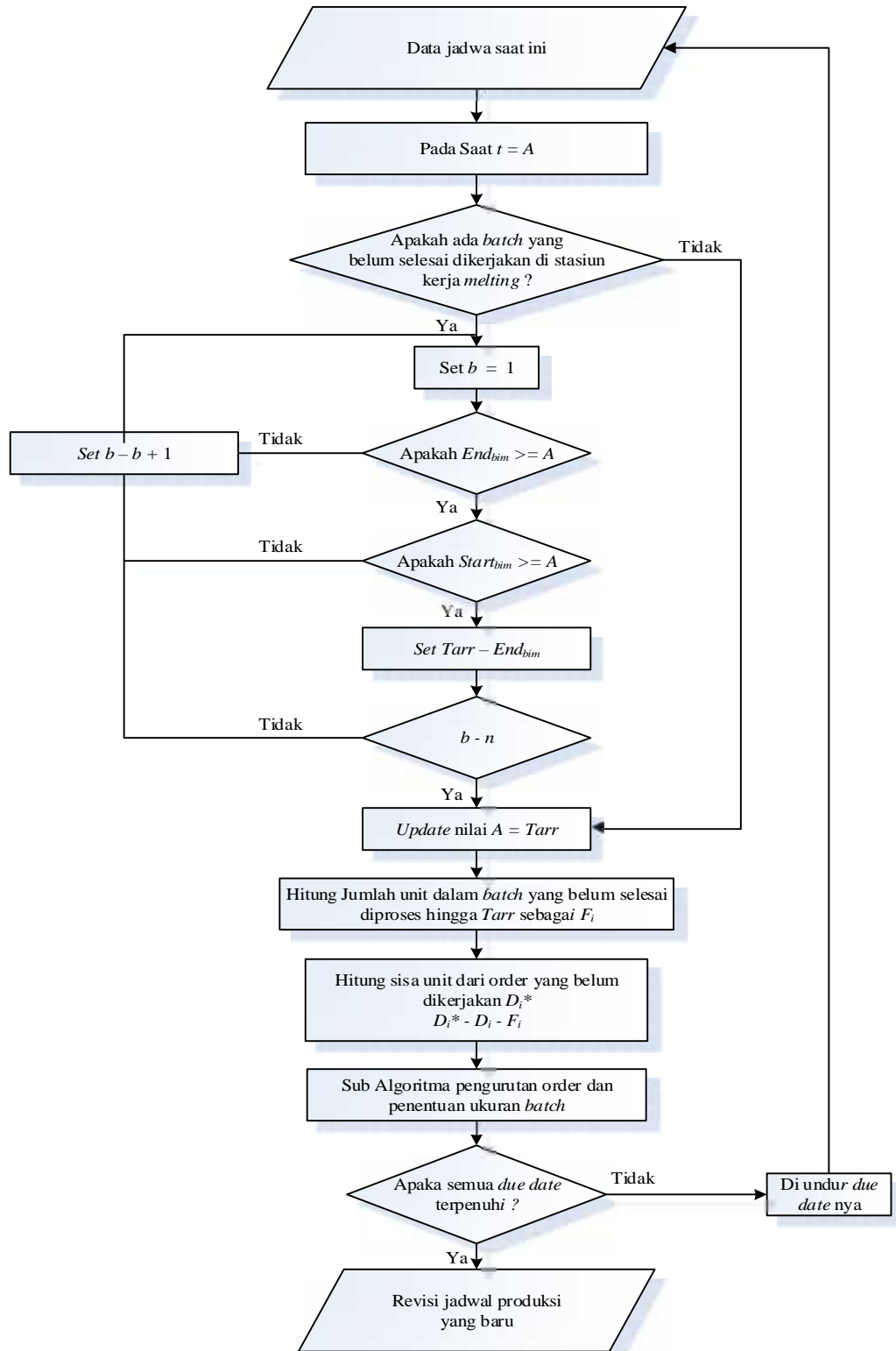


Gambar 2.10 Diagram Alur Sub Algoritma Penjadwalan *Batch*



Gambar 2.10 Diagram Alur Sub Algoritma Penjadwalan *Batch* (Lanjutan)

2.10.5 Sub Algoritma Penjadwalan Ulang



Gambar 2.11 Diagram Alur Sub Algoritma Penjadwalan Ulang